

PERENCANAAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU HERBISIDA MENGGUNAKAN METODE SILVER MEAL DENGAN MEMPERHATIKAN KAPASITAS GUDANG (Studi Kasus di PT X, Gresik)

HERBICIDE RAW MATERIALS INVENTORY PLANNING USING SILVER MEAL METHOD WITH WAREHOUSE CAPACITY CONSIDERATION (CASE STUDY : PT X, Gresik)

Putu Ayu Virgiantari Putri¹⁾, Purnomo Budi Santoso²⁾, Ratih Ardia Sari³⁾

Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang, 65145, Indonesia

E-mail : pavputri@gmail.com¹⁾, budiakademika@yahoo.com²⁾, rath.ardia@ub.ac.id³⁾

Abstrak

PT X merupakan perusahaan yang memproduksi pestisida, produk hayati dan bahan kimia pertanian lainnya. Saat ini, proses produksi pada perusahaan sering mengalami ketidaktepatan waktu produksi. Produk yang mendominasi ketidaktepatan tersebut adalah produk jenis herbisida yaitu produk C yang digunakan untuk mengendalikan gulma berdaun lebar, gulma berdaun sempit dan teki di pertanaman padi sawah dan padi tabela. Untuk mengurangi ketidaktepatan tersebut akan dilakukan perencanaan persediaan bahan baku produk C menggunakan metode Silver Meal dengan memperhatikan kapasitas gudang. Langkah awal yang dilakukan adalah meramalkan permintaan produk untuk 12 periode ke depan menggunakan metode Dekomposisi dan Winter's Exponential Smoothing karena pola data musiman. Kemudian dilakukan pemilihan metode peramalan lalu hasil peramalan tersebut disesuaikan dengan kebijakan perusahaan dan digunakan untuk membuat Master Production Schedule (MPS). Data dari MPS tersebut digunakan untuk menghitung safety stock serta membuat Material Requirement Planning (MRP) produk. Setelah itu, data dari MRP produk digunakan untuk menghitung kebutuhan kotor, lot size, dan MRP bahan baku. Metode lot size yang digunakan dalam penelitian ini adalah Silver Meal yang disesuaikan dengan kapasitas gudang untuk menghindari overstock pada gudang bahan baku. Langkah terakhir yang dilakukan adalah melakukan analisis biaya untuk mengetahui biaya yang akan dikeluarkan perusahaan.

Kata kunci : perencanaan persediaan bahan baku, Silver Meal, kapasitas gudang, peramalan data musiman.

1. Pendahuluan

Saat ini kondisi persaingan di dunia usaha semakin ketat. Hal ini disebabkan oleh permintaan konsumen yang tidak terbatas pada produk tersebut, sehingga setiap perusahaan selalu memerlukan adanya persediaan. Tanpa adanya persediaan, perusahaan akan dihadapkan pada risiko bahwa pada suatu waktu tidak dapat memenuhi permintaan pelanggannya serta akan kehilangan kesempatan memperoleh keuntungan yang seharusnya didapatkan.

Pada prinsipnya persediaan mempermudah atau memperlancar jalannya operasi perusahaan pabrik, yang harus dilakukan secara berturut-turut untuk memproduksi barang-barang, serta selanjutnya menyampaikannya kepada pelanggan atau konsumen. Persediaan yang diadakan mulai dari bentuk bahan mentah sampai barang jadi yang berguna untuk menghilangkan risiko keterlambatan datangnya barang atau bahan-bahan yang dibutuhkan perusahaan, menghilangkan risiko dari materi

yang dipesan berkualitas tidak baik sehingga harus dikembalikan, untuk mengantisipasi bahan-bahan yang dihasilkan secara musiman sehingga dapat digunakan bila bahan itu tidak ada dalam pasaran, mempertahankan stabilitas operasi perusahaan atau menjamin kelancaran arus produksi, mencapai penggunaan mesin yang optimal, memberikan pelayanan kepada pelanggan dengan sebaik-baiknya di mana keinginan pelanggan pada suatu waktu dapat dipenuhi dengan memberikan jaminan tetap tersedianya barang jadi tersebut, dan membuat pengadaan atau produksi tidak perlu sesuai dengan penggunaan atau penjualannya. Jadi persediaan sangat penting untuk setiap perusahaan, baik yang menghasilkan barang maupun jasa (Rangkuti, 1996).

PT X merupakan perusahaan pembuat pestisida, produk hayati dan bahan kimia pertanian lainnya. Pestisida adalah substansi kimia dan bahan lain serta jasad renik dan virus yang digunakan untuk mengendalikan berbagai hama. Perusahaan ini memproduksi berbagai

macam formulasi pestisida, seperti *emultiom concentrate*, *granul*, *wettable powder*, dan *suspension concentrate*. Jenis-jenis bahan kimia pertanian lainnya yang telah diproduksi adalah insektisida, fungisida, herbisida, zat pengatur tumbuh dan pupuk pelengkap cair.

Proses produksi PT X dibedakan menjadi 4 macam sesuai dengan bentuk dari produk tersebut yaitu cair, tepung, granule, dan pasta. Proses produksinya sendiri sama untuk setiap bentuknya sehingga bentuk aliran produksi perusahaan ini yaitu *line flow*. Dimana produk mengalir mengikuti langkah-langkah sekuensial yang sama dalam proses produksi (Gaspersz, 2004).

Masalah yang sedang dihadapi oleh PT X adalah perusahaan sering mengalami ketidaktepatan waktu produksi. Berdasarkan Tabel 1 produk yang mendominasi ketidaktepatan tersebut adalah produk jenis herbisida yaitu produk C yang digunakan untuk mengendalikan gulma berdaun lebar, gulma berdaun sempit dan teki di pertanaman padi sawah dan padi tabela.

Tabel 1. Rencana dan Realisasi Produksi

Bulan		Produk A		Produk B		Produk C	
		1 Kg	2 kg	1 kg	2 Kg		
Juli	Renc	12.500	-	46.200	406.000		
'13	Real	17.960	35.360	49.440	292.560		
Agst	Renc	47.500	291.500	-	56.000		
'13	Real	49.600	311.520	-	236.880		
Sept	Renc	50.000	-	-	560.000		
'13	Real	54.100	-	-	567.300		
Okt	Renc	55.000	71.500	-	504.000		
'13	Real	46.240	75.840	-	489.420		
Nov	Renc	12.500	-	46.200	406.000		
'13	Real	17.960	35.360	49.440	292.560		
Des	Renc	37.500	-	-	476.000		
'13	Real	37.540	-	-	396.520		

Sumber: Bagian CandalProd PT X

Salah satu penyebabnya adalah bahan baku yang datang terlambat. Keterlambatan ini terjadi karena *supplier* bahan baku utama tidak memiliki subsitusi atau tidak dapat digantikan serta berada di luar negeri sehingga terdapat perbedaan kondisi alam dan transportasi antara *supplier* dengan perusahaan yang tidak dapat dihindari. Selain itu, penyebab lain ketidaktepatan tersebut adalah permintaan produk yang mengandung pola data musiman karena permintaannya masih dipengaruhi oleh musim penghujan dan kemarau serta terbatasnya kapasitas gudang bahan baku yang dimiliki oleh perusahaan yaitu hanya 720 ton sedangkan produksi yang dilakukan mencapai 1.200 ton sehingga perusahaan tidak mau melakukan penyimpanan bahan baku.

2. Metode

Pada penelitian ini, untuk mengurangi ketidaktepatan tersebut dilakukan perencanaan persediaan bahan baku produk C menggunakan metode *Silver Meal* dengan memperhatikan kapasitas gudang. Langkah – langkah yang dilakukan adalah melakukan peramalan, membuat *Master Production Schedule* (MPS), menghitung *safety stock*, menghitung *lot size*, membuat *Material Requirement Planning* (MRP) dan membuat analisis biaya.

2.1 Peramalan

Peramalan adalah memperkirakan besarnya atau jumlah sesuatu pada waktu yang akan datang berdasarkan data pada masa lampau yang dianalisis secara alamiah khususnya menggunakan metode statistika. Peramalan biasanya dilakukan untuk mengurangi ketidakpastian terhadap sesuatu yang akan terjadi di masa yang akan datang. Suatu usaha untuk mengurangi ketidakpastian tersebut dilakukan dengan menggunakan metode peramalan. Menurut Makridakis (1999), metode peramalan dibagi ke dalam dua kategori utama, yaitu metode kualitatif dan metode kuantitatif. Metode kualitatif dilakukan apabila data masa lalu tidak tersedia sehingga peramalan tidak bisa dilakukan. Dalam metode kualitatif, pendapat–pendapat dari para ahli akan menjadi pertimbangan dalam pengambilan keputusan sebagai hasil dari peramalan yang telah dilakukan. Namun, apabila data masa lalu tersedia, peramalan dengan metode kuantitatif akan lebih efektif digunakan dibandingkan dengan metode kualitatif.

Menurut Santoso (2009), peramalan dengan metode kuantitatif dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu *time series model* dan *causal model*. *Time series model* didasarkan pada data yang dikumpulkan, dicatat, atau diamati berdasarkan urutan waktu dan peramalannya dilakukan berdasarkan pola tertentu dari data. Ada empat pola data yang menjadi dasar peramalan dengan model ini, yaitu pola musiman, siklus, *trend*, dan *irregular*. Pola musiman merupakan fluktuasi dari data yang terjadi secara periodik dalam kurun waktu satu tahun, seperti triwulan, kuartalan, bulanan, mingguan, atau harian. Pola siklus merupakan fluktuasi dari data untuk waktu yang lebih dari satu tahun. Pola ini sulit dideteksi dan tidak dapat dipisahkan dari pola *trend*. Pola *trend* merupakan kecenderungan arah data dalam jangka panjang, dapat berupa kenaikan maupun

penurunan. Sedangkan pola *irregular* merupakan kejadian yang tidak terduga dan bersifat acak, tetapi kemunculannya dapat mempengaruhi fluktuasi data *time series*. Metode peramalan yang termasuk dalam *time series model*, antara lain dekomposisi, *moving averages*, *exponential smoothing*, dan Box-Jenkins (ARIMA). *Causal model* didasarkan pada hubungan sebab-akibat dan peramalan dilakukan dengan dugaan adanya hubungan antar variabel yang satu dengan yang lain. Pada model ini dikembangkan mana variabel *dependent* dan mana variabel *independent*, kemudian dilanjutkan dengan membuat sebuah model dan peramalan dilakukan berdasarkan model tersebut. Metode peramalan yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Dekomposisi dan *Winter's Exponential Smoothing* karena pola data permintaan produk C dipengaruhi oleh musim.

Penggunaan metode peramalan tergantung pada pola data yang akan dianalisis. Jika metode yang digunakan sudah dianggap benar untuk melakukan peramalan, maka pemilihan metode peramalan terbaik didasarkan pada tingkat kesalahan prediksi (Santoso, 2009). Seperti diketahui bahwa tidak ada metode peramalan yang dapat dengan tepat meramalkan keadaan data di masa yang akan datang. Oleh karena itu, setiap metode peramalan pasti menghasilkan kesalahan. Jika tingkat kesalahan yang dihasilkan semakin kecil, maka hasil peramalan akan semakin mendekati tepat.

Alat ukur yang digunakan untuk menghitung kesalahan prediksi, menurut Tersine (1994) antara lain *Mean Squared Error* (MSE), *Mean Absolute Deviation* (MAD), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Semakin kecil nilai yang dihasilkan oleh alat ukur tersebut, maka metode peramalan yang digunakan akan semakin baik. Alat ukur yang digunakan pada penelitian ini adalah MSE karena alat ukur ini menghasilkan *error* sedang yang kemungkinan lebih baik untuk *error* kecil, tetapi kadang menghasilkan perbedaan yang besar (Tersine, 1994).

2.2 Master Production Schedule (MPS)

Pembuatan jadwal produksi atau *Master Production Schedule* (MPS) adalah untuk mengetahui jadwal masing-masing barang yang akan diproduksi, kapan barang tersebut akan dibutuhkan, berapa banyak yang dibutuhkan, sehingga dapat digunakan sebagai landasan penyusunan MRP. Dalam penelitian ini

penyusunan jadwal produksi melihat hasil peramalan yang kemudian disesuaikan dengan kapasitas produksi yaitu 16.960 kg/shift dan kebijakan perusahaan. Kebijakan perusahaan dalam membuat jadwal produksi adalah menyesuaikan hasil peramalan dengan kapasitas produksi, shift serta *outsource* pegawai yang dilakukan oleh perusahaan.

2.3 Safety Stock

Safety stock atau persediaan pengaman adalah persediaan tambahan yang diadakan untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya kekurangan bahan (*stock out*). Menurut Tersine (1994) untuk mendeskripsikan beberapa fungsi permintaan pada level manufaktur biasanya menggunakan distribusi normal. Selain itu, *demand* yang ada bervariasi dan *service level* perusahaan adalah 95% dengan nilai *z* untuk 95% yaitu 1,94 (lihat tabel *z*). Standard deviasi untuk *demand* yaitu 38.320,3 kg/minggu.

Berikut ini merupakan perhitungan *safety stock end item* atau produk C karena menurut Tersine (1994) perhitungan *safety stock* untuk *dependent demand* dilakukan pada *end item*.

$$SS_{\text{produk}} = z \times \sigma_d \quad (\text{Pers. 1})$$

$$SS_{\text{produk}} = 1,94 \times 38.320,3$$

$$SS_{\text{produk}} = 74.341 \text{ kg}$$

Safety stock yang sudah disesuaikan dengan kapasitas produksi=84.800kg produk C. Setelah didapat jumlah *safety stock* untuk *end item* berikut ini contoh perhitungan *safety stock* untuk bahan baku produk C yaitu bahan aktif 1.

$$SS_{\text{bahan aktif 1}} = \text{komposisi bahan aktif 1} \times SS_{\text{produk}} \quad (\text{Pers. 2})$$

$$SS_{\text{bahan aktif 1}} = 0,0212 \times 84.800$$

$$SS_{\text{bahan aktif 1}} = 1.798 \text{ kg}$$

Perhitungan di atas dapat diterapkan untuk perhitungan *safety stock* bahan baku produk C yang lain.

2.4 Lot Size

Metode *lot size* merupakan metode untuk meminimalkan jumlah barang yang akan dipesan dan meminimalkan biaya persediaan. Objek dari manajemen persediaan adalah untuk menghitung tingkat persediaan yang optimum yang sesuai dengan permintaan pasar dan kapasitas perusahaan. Metode penentuan ukuran lot mana yang paling baik dan tepat bagi suatu perusahaan adalah persoalan yang sangat sulit, karena sangat tergantung pada hal-hal sebagai berikut:

1. Variasi dari kebutuhan, baik dari segi jumlah maupun periodenya

2. Lamanya horison perencanaan
3. Ukuran periodenya (mingguan, bulanan, dan sebagainya)
4. Perbandingan biaya pesan dan biaya unit.

Hal-hal itulah yang mempengaruhi keefektifan dan keefisienan suatu metode dibandingkan metode lainnya. Dalam perhitungan *Lot size* (Sipper et al., 1997), tersedia berbagai metode yang terbagi dalam dua kelompok besar yaitu model *Lot size* Statis dan model *Lot size* Dinamis. Penggunaan dari masing-masing model ini adalah tergantung kepada kondisi dari permintaan/ pengorderan (Planned Order Release hasil MRP) yang dihadapi. Apabila permintaan bersifat konstan atau kontinyu, maka model *Lot size* Statis lebih tepat dipergunakan. Sedangkan apabila permintaan bersifat lumpy/dinamis, maka model *lot size* dinamis yang lebih tepat dipergunakan. Salah satu metode *lot size* dinamis adalah metode *Silver Meal*.

2.4.1 Metode Silver Meal

Metode *Silver Meal* atau sering pula disebut metode SM yang dikembangkan oleh Edward Silver dan Harlan Meal berdasarkan pada periode biaya. Penentuan rata-rata biaya per periode adalah jumlah periode dalam penambahan pesanan yang meningkat. Penambahan pesanan dilakukan ketika rata-rata biaya periode pertama meningkat. Jika pesanan datang pada awal periode pertama dan dapat mencukupi kebutuhan hingga akhir periode T (Tersine, 1994).

Kriteria dari metode *Silver Meal* adalah bahwa *lot size* yang dipilih harus dapat meminimasi ongkos total per periode. Permintaan dengan perioda-perioda yang berurutan diakumulasikan ke dalam suatu bakal ukuran lot (*tentative lot size*) sampai jumlah *carrying cost* dan *setup cost* dari lot tersebut dibagi dengan jumlah periode yang terlibat meningkat.

Total biaya relevan per periode adalah menurut Tersine (1994) sebagai berikut :

$$TRC(T) = \frac{C + \text{total biaya simpan sampai akhir periode } T}{T} = \frac{C + Ph \sum_{k=1}^T (k-1) R_k}{T} \quad (\text{Pers. 3})$$

Keterangan :

- C = biaya pemesanan per periode
h = persentase biaya simpan per periode
P = biaya pembelian per unit
Ph = biaya Simpan per periode

TRC(T) = total biaya relevan pada periode T

T = waktu penambahan dalam periode

R_k = rata-rata permintaan dalam periode k

Tujuannya adalah menentukan T untuk meminimumkan total biaya relevan per periode. Berikut ini langkah-langkah dari Metode *Silver Meal*.

1. Tentukan ukuran lot tentatif dimulai dari periode T. Ukuran lot tentatif = kebutuhan (*net requirement*) pada periode T. Hitung ongkos total per periodenya.
2. Tambahkan kebutuhan pada periode berikutnya pada lot tersebut. Kemudian hitung ongkos total per periodenya.
3. Bandingkan ongkos total per periode sekarang dengan yang sebelumnya, jika $TRC(L) \leq TRC(L-1)$ kembali ke langkah 2 dan $TRC(L) > TRC(L-1)$ lanjutkan ke langkah 4.
4. Ukuran lot pada periode.
 $T = \sum_{t=T}^{L-t} dt$ (Pers. 4)
5. Sekarang T = L, jika akhir dari horizon perencanaan telah dicapai, hentikan algoritma, jika belum, kembali ke langkah 1.

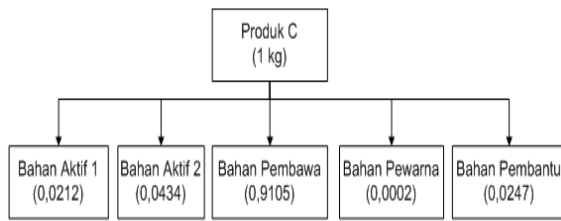
Dalam pengaplikasiannya nanti yang menjadi bahan pertimbangan untuk menentukan *lot size* adalah biaya rata-rata minimal tiap periode serta kapasitas gudang yang ada.

2.5 Material Requirement Planning (MRP)

Material Requirement Planning (MRP) adalah suatu sistem perencanaan dan penjadwalan kebutuhan material untuk produksi yang memerlukan beberapa tahapan proses/fase atau dengan kata lain adalah suatu rencana produksi untuk sejumlah produk jadi yang diterjemahkan ke bahan baku (komponen) yang dibutuhkan dengan menggunakan waktu tenggang, sehingga dapat ditentukan kapan dan berapa banyak yang dipesan untuk masing-masing komponen suatu produk yang akan dibuat (Tersine, 1994).

MRP memang lebih kompleks pengelolaannya tapi dapat menghasilkan banyak keuntungan, seperti mengurangi persediaan dan biaya gabungannya karena biaya itu hanya sebesar materi dan komponen yang dibutuhkan dan jika dapat tidak ada biaya sama sekali. Adapun komponen sistem MRP adalah data persediaan (*inventory records file*), jadwal produksi (*master production schedule*), spesifikasi produk (*bill of material file*).

Bill of material (BOM tree) dari produk C dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. BOM Tree Produk C

Menurut Tersine (1994) berikut ini merupakan langkah-langkah pada proses pengolahan MRP:

1. *Gross Requirements (GR)*

Gross requirement atau kebutuhan kotor adalah total produk yang akan diproduksi atau total bahan baku yang akan digunakan untuk periode tersebut. Untuk *end items* atau produk banyaknya kebutuhan kotor pada periode tersebut diambil dari hasil *Master Production Schedule (MPS)*, sedangkan untuk komponen pendukungnya atau bahan baku, banyaknya kebutuhan kotor pada periode tersebut diambil dari “*planned order release*” dari MRP induk (MRP *end items*).

2. *Scheduled Receipts (SR)*

Scheduled receipt adalah penerimaan produk atau bahan baku yang telah dijadwalkan akan datang.

3. *Projected-on-hand (POH)*

Projected-on-hand adalah jumlah produk atau bahan baku di gudang yang masih tersisa di akhir periode dan dapat digunakan untuk periode selanjutnya. Adapun cara menghitung POH yaitu

$$POH_t = NR_t - GR_t + (POH_{t-1} + SR_{t-1}) \quad (\text{Pers. 5})$$

4. *Net Requirements (NR)*

Net requirement atau kebutuhan bersih adalah total produk atau bahan baku yang dibutuhkan untuk produksi pada periode tersebut. Adapun cara menghitung NR yaitu

$$NR_t = GR_t - (SR_t + POH_{t-1}) \quad (\text{Pers. 6})$$

NR juga dapat ditambahkan dengan jumlah persediaan pengaman yang dibutuhkan selama produksi.

5. *Planned Order Receipts (POREC)*

Planned order receipt adalah ukuran pemesanan yang direncanakan untuk memenuhi kebutuhan pada periode tertentu. Ukuran pemesanannya dapat dihitung menggunakan metode *lot size*.

6. *Planned Order Release (POREL)*

Planned order release adalah waktu atau kapan pemesanan dilakukan agar produk atau bahan baku yang dibutuhkan datang atau telah

tersedia pada saat produksi akan dilakukan. POREL akan mengikuti lamanya waktu pemesanan terhadap bahan baku tersebut atau waktu pengerjaan terhadap produk tersebut.

2.6 Analisis Biaya

Analisis biaya dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh metode *Silver Meal*. Pada penelitian ini dilakukan perbandingan biaya antara metode saat ini dengan metode *Silver Meal*. Biaya pemesanan dan penyimpanan yang dikeluarkan oleh perusahaan yaitu untuk membeli bahan aktif 1 dan bahan aktif 2 yaitu Rp 6.000.000,00 per kali pesan, untuk membeli bahan pembawa dan bahan pembantu yaitu Rp 4.500.000,00 per kali pesan, dan untuk membeli bahan pewarna yaitu Rp 4.000.000,00 per kali pesan, serta untuk menyimpan semua bahan baku adalah Rp 1 per kg/minggu

3. Hasil

3.1 Peramalan

Dari Tabel 2. dapat dilihat bahwa nilai MSE terkecil adalah dari hasil peramalan menggunakan metode Dekomposisi. Sehingga hasil peramalan yang terpilih untuk 12 periode ke depan yaitu menggunakan metode Dekomposisi pada Tabel 3.

Tabel 2. Perbandingan Nilai MSE

Metode	Dekomposisi	Winter's Exponential Smoothing
Nilai MSE	30.511.700.000	31.884.600.000

Tabel 3. Data Peramalan Permintaan Produk C

Periode	Produk C (kg)	Periode	Produk C (kg)
1	399.883	7	162.377
2	532.931	8	223.388
3	436.095	9	525.555
4	571.270	10	313.920
5	575.495	11	540.978
6	112.776	12	522.222

3.2 Master Production Schedule (MPS)

Hasil penyesuaian pada Tabel 6. digunakan untuk membuat MPS produk C pada Tabel 8. Sedangkan, perbedaan hasil antara hasil peramalan setelah dan sebelum penyesuaian dengan kebijakan perusahaan yang terdapat pada Tabel 6. nantinya akan dijadikan *safety stock* produk jadi untuk mengatasi apabila sewaktu-waktu terjadi lonjakan permintaan akibat banyaknya pertumbuhan gulma secara tiba-tiba.

3.3 Safety Stock

Hasil perhitungan *safety stock* bahan baku untuk produk C yang telah dijelaskan pada poin 2.3 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. *Safety Stock* Bahan Baku Produk C

Nama Bahan Baku	<i>Safety Stock</i> (kg)
Bahan Aktif 1	1.798
Bahan Aktif 2	3.680
Bahan Pembawa	77.210
Bahan Pewarna	17
Bahan Pembantu	2.095

3.4 Lot Size

Kriteria dari metode *Silver Meal* adalah bahwa *lot size* yang dipilih harus dapat meminimasi ongkos total per periode. Selain itu dalam penelitian ini kapasitas gudang juga menjadi kriteria tambahan dalam pemilihan *lot size*. Adapun kapasitas gudang yang tersedia untuk bahan baku produk C adalah 720 ton atau 720.000 kg. Menurut langkah-langkah yang telah dijelaskan pada poin 2.4.1, maka contoh perhitungan *lot* untuk pemesanan pertama bahan aktif 1 adalah sebagai berikut

Biaya Pemesanan = Rp 6.000.000,00

Biaya Penyimpanan = Rp 1,00 per kg/minggu

Kapasitas gudang = 720.000 – *safety stock* = 635.200 kg

Kapasitas gudang untuk bahan aktif 1
= kapasitas gudang x komposisi
= 635.200 x 0,0212 = 13.466 kg

Kombinasi periode = 1

Lot size kumulatif = 3.236 kg

Biaya Pesan = Rp 6.000.000,00

Biaya Simpan = Rp 0,00

Jadi rata-rata total biaya per periode
= $\frac{6.000.000+0}{1} = 6.000.000$

Kombinasi periode = 1 dan 2

Lot size kumulatif = 3.236+1.798=5.034kg

Biaya Pesan = Rp 6.000.000,00

Biaya Simpan = 1.798 x 1 periode x Rp 1,00 = Rp 1.798,00

Jadi rata-rata total biaya per periode
= $\frac{6.000.000+1.798}{2} = Rp\ 3.000.899,00$

Karena rata-rata total biaya per periode untuk kombinasi periode 1 dan 2 \leq rata-rata total biaya per periode untuk kombinasi periode 1 atau Rp 3.000.899,00 \leq Rp 6.000.000,00 dan kapasitas gudang periode 1 dan 2 \leq kapasitas gudang atau 3.236 \leq 13.466 maka perhitungan dapat diulang kembali untuk kombinasi periode yang lainnya sampai menemukan hasil optimal atau rata-rata biaya per periode terkecil tanpa

terjadi kelebihan kapasitas gudang. Dan perhitungan dengan cara yang sama dilakukan untuk periode dan bahan baku lainnya.

Dari perhitungan *lot* pada Tabel 10. perusahaan akan melakukan pembelian sebanyak 9 kali. Rincian pembelian dapat dilihat pada Tabel 9. Pada *lot size* ini kapasitas gudang sangat mempengaruhi. Karena kombinasi periode tidak dapat dikatakan optimal jika rata-rata total biaya per periode masih menunjukkan lebih kecil dari periode sebelumnya tetapi *lot size* kumulatif melebihi kapasitas gudang yang disediakan. Salah satu contohnya pada kombinasi periode 1,2,3,4,5,6. Pada kombinasi tersebut rata-rata total biaya per periode masih lebih kecil daripada rata-rata total biaya per periode pada kombinasi 1,2,3,4,5 tetapi *lot size* kumulatifnya sudah melebihi kapasitas gudang yang disediakan. Sehingga kombinasi periode 1,2,3,4,5 lebih optimal daripada kombinasi periode 1,2,3,4,5,6.

Sedangkan dengan metode perusahaan saat ini perusahaan akan melakukan pembelian bahan baku setiap bulan yaitu pada periode 1, 5, 9, 13, 17, 21, 25, 29, 33, 37, 41, dan 45 serta belum menghitung kebutuhan *safety stock* sehingga *safety stock* = 0.

3.5 Material Requirement Planning (MRP)

Hasil MPS pada Tabel 8. digunakan untuk membuat MRP produk pada Tabel 9. Sedangkan MRP bahan baku Tabel 11. dibuat dari POREL MRP produk Tabel 9. dengan *lead time* bahan aktif 1 dan 2 sebesar 4 minggu serta bahan pembawa, pewarna, dan pembantu sebesar 1 minggu.

3.6 Analisis Biaya

Perbandingan biaya yang akan dikeluarkan perusahaan dalam satu tahun dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Biaya yang akan dikeluarkan Perusahaan dalam Satu Tahun

	Perusahaan	Silver Meal
Biaya Pemesanan	300.000.000,00	225.000.000,00
Biaya Penyimpanan	5.495.040,00	13.652.800,00
Total	305.495.040,00	238.652.800,00
Selisih biaya		
	305.495.040,00- 238.652.800,00 = 66.602.656,00	
Penghematan		21,82%

4. Pembahasan

Pada penelitian ini, metode peramalan yang digunakan adalah metode Dekomposisi dan *Winter's Exponential Smoothing*. Berdasarkan hasil perbandingan nilai MSE terkecil pada Tabel 2., didapatkan hasil peramalan yang memiliki tingkat *error* kecil yaitu hasil peramalan dengan metode Dekomposisi dengan nilai MSE 30.511.700.000. Setelah mendapatkan hasil peramalan untuk 12 periode ke depan, hasil peramalan tersebut disesuaikan dengan kebijakan perusahaan dan hasilnya digunakan untuk membuat *Master Production Schedule* (MPS).

Data dari MPS digunakan untuk menghitung *safety stock* dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan tabel tersebut, *safety stock* yang ada dapat mengantisipasi keterlambatan hingga 5 shift atau sama dengan satu minggu produksi. Sehingga perusahaan dapat mengurangi keterlambatan produksi sebanyak satu minggu. Setelah menghitung *safety stock*, data dari MPS digunakan untuk membuat MRP produk C. Kemudian dari MRP produk dibuatlah MRP bahan baku dengan melihat susunan bahan baku (*BOM tree*). Sebelum pembuatan MRP bahan baku, yang dilakukan terlebih dahulu adalah menghitung *lot size*. Metode *lot size* yang digunakan adalah *Silver Meal* karena permintaan pelanggan berubah-ubah atau dinamik. Agar *lot* yang terpilih tidak mengakibatkan *overstock*, maka metode *Silver Meal* disesuaikan dengan kapasitas gudang yang ada di perusahaan. Dari perhitungan *lot size* didapatkan hasil banyaknya perusahaan melakukan pembelian bahan baku yaitu sebanyak sembilan kali. Adapun rincian pembelian bahan baku yang akan dilakukan oleh perusahaan dapat dilihat pada Tabel 7.

Sedangkan MRP produk dapat dilihat pada Tabel 9. dan MRP bahan baku dapat dilihat pada Tabel 11. Selanjutnya dilakukan analisis biaya untuk mengetahui biaya yang akan dikeluarkan perusahaan jika menggunakan metode *Silver Meal* dan jika menggunakan metode perusahaan. Hasil dari analisis biaya dapat dilihat pada Tabel 5. Berdasarkan Tabel 5, biaya yang akan dikeluarkan oleh perusahaan pada saat menggunakan metode *Silver Meal* lebih kecil daripada metode yang biasa digunakan oleh perusahaan sehingga perusahaan dapat menerapkan metode *Silver Meal*. Selain itu, perusahaan juga mendapatkan

keuntungan yaitu dapat melakukan penghematan sebesar Rp 66.602.656,00 atau $\frac{66.602.656,00}{305.495.040,000} = 21,82\%$ setiap satu tahun.

5. Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Metode peramalan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Dekomposisi dan metode *Winter's Exponential Smoothing* karena data permintaan produk C mengandung pola data musiman. Sedangkan hasil peramalan permintaan produk C dengan menggunakan metode Dekomposisi menghasilkan nilai MSE sebesar 30.511.700.000 dan dengan menggunakan metode *Winter's Exponential Smoothing* menghasilkan nilai MSE sebesar 31.884.600.000. Berdasarkan nilai MSE dari hasil peramalan dua metode tersebut didapatkan nilai MSE terkecil yaitu pada hasil peramalan menggunakan metode Dekomposisi. Sehingga hasil peramalan menggunakan metode Dekomposisi yang digunakan untuk data permintaan produk C selama 12 periode kedepan atau satu tahun kedepan.
- Hasil peramalan dari metode Dekomposisi digunakan untuk membuat MPS. Setelah itu, data dari MPS digunakan untuk menghitung *safety stock* dan *lot sizing*. Kemudian, data dari MPS, BOM Tree, *lot sizing*, dan *inventory* digunakan untuk membuat MRP. Jadi, berdasarkan perencanaan persediaan bahan baku menggunakan metode *Silver Meal* dengan memperhatikan kapasitas gudang dapat menghasilkan 9 kali pemesanan. Dengan *safety stock* untuk bahan aktif 1 sebesar 1.798 kg, bahan aktif 2 sebesar 3.680 kg, bahan pembawa sebesar 77.210 kg, bahan pewarna sebesar 17 kg, dan bahan pembantu sebesar 2.095 kg. Dari segi biaya, biaya yang akan dikeluarkan perusahaan setelah menggunakan metode *Silver Meal* yaitu Rp 238.652.800,00 sedangkan biaya yang akan dikeluarkan perusahaan ketika menggunakan metode perusahaan saat ini yaitu Rp 305.495.040,00. Sehingga, berdasarkan jumlah *safety stock* yang ada dan metode *Silver Meal* dengan memperhatikan kapasitas gudang, perusahaan dapat mengurangi keterlambatan produksi

sampai satu minggu tanpa adanya kelebihan kapasitas gudang. Selain itu, dari analisis biaya yang dilakukan, metode *Silver Meal* dapat dijadikan usulan untuk *lot size* pengadaan bahan baku di

perusahaan karena keuntungan lain yang akan didapat oleh perusahaan adalah melakukan penghematan sampai 21,82% setiap satu tahun.

Tabel 6. Rekap Hasil Perhitungan dalam 12 Periode

Periode	Hasil Peramalan (kg)	Shift	Hasil penyesuaian (kg)	Banyak produksi tiap minggu (kg)			
				1	2	3	4
1	399.883	24	407.040	152.640	84.800	84.800	84.800
2	532.931	32	542.720	169.600	169.600	118.720	84.800
3	436.095	26	440.960	169.600	101.760	84.800	84.800
4	571.270	34	576.640	169.600	169.600	152.640	84.800
5	575.495	34	576.640	169.600	169.600	152.640	84.800
6	112.776	7	118.720	118.720	0	0	0
7	162.377	10	169.600	84.800	84.800	0	0
8	223.388	14	237.440	152.640	84.800	0	0
9	525.555	31	525.760	169.600	169.600	101.760	84.800
10	313.920	19	322.240	152.640	84.800	84.800	0
11	540.978	32	542.720	169.600	169.600	118.720	84.800
12	522.222	31	525.760	169.600	169.600	101.760	84.800

Tabel 7. Rincian Pembelian Bahan Baku Produk C menggunakan Metode *Silver Meal*

Periode	Jumlah Pembelian (kg)				
	Bahan Aktif 1	Bahan Aktif 2	Bahan Pembawa	Bahan Pewarna	Bahan Pembantu
1	14.023	28.706	602.241	132	16.338
6	11.506	23.554	494.147	109	13.405
10	12.944	26.498	555.915	122	15.081
15	12.225	25.026	525.031	115	14.243
19	11.146	22.818	478.704	105	12.986
29	12.225	25.026	525.031	115	14.243
35	10.787	22.082	463.262	102	12.567
41	11.506	23.554	494.147	109	13.405
45	11.146	22.818	478.704	105	12.986

Tabel 8. Master Production Schedule Produk C

Periode	Bulan	1				2			
	Minggu	1	2	3	4	5	6	7	8
Kebutuhan bersih (kg)		152.640	84.800	84.800	84.800	169.600	169.600	118.720	84.800
Periode	Bulan	3				4			
	Minggu	9	10	11	12	13	14	15	16
Kebutuhan bersih (kg)		169.600	101.760	84.800	84.800	169.600	169.600	152.640	84.800
Periode	Bulan	5				6			
	Minggu	17	18	19	20	21	22	23	24
Kebutuhan bersih (kg)		169.600	169.600	152.640	84.800	118.720	0	0	0
Periode	Bulan	7				8			
	Minggu	25	26	27	28	29	30	31	32
Kebutuhan bersih (kg)		84.800	84.800	0	0	152.640	84.800	0	0
Periode	Bulan	9				10			
	Minggu	33	34	35	36	37	38	39	40
Kebutuhan bersih (kg)		169.600	169.600	101.760	84.800	152.640	84.800	84.800	0
Periode	Bulan	11				12			
	Minggu	41	42	43	44	45	46	47	48
Kebutuhan bersih (kg)		169.600	169.600	118.720	84.800	169.600	169.600	101.760	525.760

Tabel 9. MRP Produk C

Periode	Bulan Minggu	PD	1				2				3			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GR (kg)			152.640	84.800	84.800	84.800	169.600	169.600	118.720	84.800	169.600	101.760	84.800	84.800
SR (kg)														
POH (kg)														
NR (kg)			152.640	84.800	84.800	84.800	169.600	169.600	118.720	84.800	169.600	101.760	84.800	84.800
POREC (kg)			152.640	84.800	84.800	84.800	169.600	169.600	118.720	84.800	169.600	101.760	84.800	84.800
POREL (kg)			152.640	84.800	84.800	84.800	169.600	169.600	118.720	84.800	169.600	101.760	84.800	84.800
Periode	Bulan Minggu	PD	4				5				6			
			13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
GR (kg)			169.600	169.600	152.640	84.800	169.600	169.600	152.640	84.800	118.720	0	0	0
SR (kg)														
POH (kg)														
NR (kg)			169.600	169.600	152.640	84.800	169.600	169.600	152.640	84.800	118.720	0	0	0
POREC (kg)			169.600	169.600	152.640	84.800	169.600	169.600	152.640	84.800	118.720	0	0	0
POREL (kg)			169.600	169.600	152.640	84.800	169.600	169.600	152.640	84.800	118.720	0	0	0
Periode	Bulan Minggu	PD	7				8				9			
			25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
GR (kg)			84.800	84.800	0	0	152.640	84.800	0	0	169.600	169.600	101.760	84.800
SR (kg)														
POH (kg)														
NR (kg)			84.800	84.800	0	0	152.640	84.800	0	0	169.600	169.600	101.760	84.800
POREC (kg)			84.800	84.800	0	0	152.640	84.800	0	0	169.600	169.600	101.760	84.800
POREL (kg)			84.800	84.800	0	0	152.640	84.800	0	0	169.600	169.600	101.760	84.800
Periode	Bulan Minggu	PD	10				11				12			
			37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
GR (kg)			152.640	84.800	84.800	0	169.600	169.600	118.720	84.800	169.600	169.600	101.760	84.800
SR (kg)														
POH (kg)														
NR (kg)			152.640	84.800	84.800	0	169.600	169.600	118.720	84.800	169.600	169.600	101.760	84.800
POREC (kg)			152.640	84.800	84.800	0	169.600	169.600	118.720	84.800	169.600	169.600	101.760	84.800
POREL (kg)			152.640	84.800	84.800	0	169.600	169.600	118.720	84.800	169.600	169.600	101.760	84.800

Tabel 10. Hasil Perhitungan Lot Sizing Bahan Aktif 1 menggunakan Metode Silver Meal

Kombinasi Periode	Lot Size Kumulatif (kg)	Biaya Kumulatif	Rata-rata Total Biaya per periode
1	3.236	6.000.000	6.000.000
1, 2	5.034	6.001.798	3.000.899
1, 2, 3	6.831	6.005.393	2.001.798
1, 2, 3, 4	8.629	6.010.787	1.502.697
1, 2, 3, 4, 5*	12.225	6.025.169	1.205.034
1, 2, 3, 4, 5, 6	15.820	6.043.146	1.007.191
6	3.596	6.000.000	6.000.000
6, 7	6.112	6.002.517	3.001.258
6, 7, 8	7.910	6.006.112	2.002.037
6, 7, 8, 9*	11.506	6.016.899	1.504.225
6, 7, 8, 9, 10	13.663	6.025.528	1.205.106
⋮	⋮	⋮	⋮
35	2.157	6.000.000	6.000.000
35, 36	3.955	6.001.798	3.000.899
35, 36, 37	7.191	6.008.270	2.002.757
35, 36, 37, 38	8.989	6.013.663	1.503.416
35, 36, 37, 38, 39	10.787	6.020.854	1.204.171
35, 36, 37, 38, 39, 40*	10.787	6.020.854	1.003.476
35, 36, 37, 38, 39, 40, 41	14.382	6.042.427	863.204
41	3.596	6.000.000	6.000.000
41, 42	7.191	6.003.596	3.001.798
41, 42, 43	9.708	6.008.629	2.002.876
41, 42, 43, 44*	11.506	6.014.023	1.503.506
41, 42, 43, 44, 45	15.101	6.028.405	1.205.681
45	3.596	6.000.000	6.000.000
45, 46	7.191	6.003.596	3.001.798
45, 46, 47	9.348	6.007.910	2.002.637
45, 46, 47, 48*	11.146	6.013.303	1.503.326

Keterangan : * = optimal

Tabel 11. MRP Bahan Aktif 1

Periode	Bulan Minggu	PD	1				2				3			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	GR (kg)		3.236	1.798	1.798	1.798	3.596	3.596	2.517	1.798	3.596	2.157	1.798	1.798
	SR (kg)													
	POH (kg)		10.787	8.989	7.191	5.393	1.798	9.708	7.191	5.393	1.798	12.584	10.787	8.989
	NR (kg)		5.034	1.798	1.798	1.798	3.596	3.596	2.517	1.798	3.596	2.157	1.798	1.798
	POREC (kg)		14.023					11.506				12.944		
	POREL (kg)	14.023		11.506				12.944					12.225	
Periode	Bulan Minggu	PD	4				5				6			
			13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	GR (kg)		3.596	3.596	3.236	1.798	3.596	3.596	3.236	1.798	2.517	0	0	0
	SR (kg)													
	POH (kg)		5.393	1.798	10.787	8.989	5.393	1.798	9.708	7.910	5.393	5.393	5.393	5.393
	NR (kg)		3.596	3.596	3.236	1.798	3.596	3.596	3.236	1.798	2.517	0	0	0
	POREC (kg)				12.225				11.146					
	POREL (kg)				11.146									
Periode	Bulan Minggu	PD	7				8				9			
			25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	GR (kg)		1.798	1.798	0	0	3.236	1.798	0	0	3.596	3.596	2.157	1.798
	SR (kg)													
	POH (kg)		3.596	1.798	1.798	1.798	10.787	8.989	8.989	8.989	5.393	1.798	10.427	8.629
	NR (kg)		1.798	1.798	0	0	3.236	1.798	0	0	3.596	3.596	2.157	1.798
	POREC (kg)						12.225						10.787	
	POREL (kg)		12.225						10.787					
Periode	Bulan Minggu	PD	10				11				12			
			37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
	GR (kg)		3.236	1.798	1.798	0	3.596	3.596	2.517	1.798	3.596	3.596	2.157	1.798
	SR (kg)													
	POH (kg)		5.393	3.596	1.798	1.798	9.708	6.112	3.596	1.798	9.348	5.753	3.596	1.798
	NR (kg)		3.236	1.798	1.798	0	3.596	3.596	2.517	1.798	3.596	3.596	2.157	1.798
	POREC (kg)						11.506				11.146			
	POREL (kg)		11.506				11.146							

Daftar Pustaka

Gaspersz, Vincent. (2004). *Production Planning and Inventory Control Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufakturing 21*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.

Makridakis, S., Wheelwright, S.C., & McGee, V. E. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan Jilid 1* (Ir. Untung Sus Ardiyanto, M.Sc. & Ir. Abdul Basith, M.Sc. Terjemahan). Jakarta : Penerbit Erlangga.

Rangkuti, Freddy. (1996). *Manajemen Persediaan : Aplikasi di Bidang Bisnis*. Jakarta : PT Raja Grafindo Persada.

Santoso, Singgih. (2009). *Bussiness Forecasting: Metode Peramalan Bisnis Masa Kini dengan MINITAB dan SPSS*. Jakarta : PT. Elex Media Komputindo.

Sipper, Daniel and Bulfin, Robert Jr. (1997). *Production: Planning, Control, and Integration*. New York : McGraw-Hill.

Tersine, Richard J. (1994). *Principles of Inventory and Materials Management Fourth Edition*. New Jersey : PTR Prentice-Hall, Inc.